

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM” 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

SPRAWY REDAKCYJNE: Z RAMIENIA KOMITETU REDAKCYJNEGO S. R. P. KPT. NOWOROLSKI, WARSZAWA, POLITECHNIKA (KOSZYKOWA 75), PAWIL. ELEKTR., ZAKŁ. BADANIA, TEL. 252-75, OD GODZ. 9 — 12.

SPRAWY ADMINISTRACYJNE: „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY”, WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO № 5. TELEFON № 20-28.
Cena zeszytu (wraz z „Przeł. Elektrotechn.”) 1 złp. Konto czekowe № 5901.

Rok II.

Warszawa, 1 listopada 1924 r.

Zeszyt 21.

Termometryczna metoda określenia sprawności generatora lampowego.

por. inż. Janusz Groszkowski

Wiadomem jest każdemu, kto miał kiedykolwiek do czynienia z pomiarami, sprawności generatora lampowego, jak wiele trudności pomiarowych i technicznych nasuwa się przy rozwiązywaniu tego zagadnienia. Zagadnienie to wiąże się ściśle ze sprawą określenia strat mocy w lampie katodowej generatora.

Jak wiadomo, sprawność η generatora lampowego, podobnie z resztą jak sprawność każdego urządzenia pośredniczącego w wymianie energii, jest określona wyrażeniem

$$\eta = \frac{W}{W_a} = \frac{W_a - W_a'}{W_a}$$

gdzie W_a = moc anodowa doprowadzona do generatora,

W_a' = moc anodowa stracona w lampie,

W = użyteczna moc prądów zmiennych.

Ze wzoru tego wynikają niejako dwa sposoby określenia η .

Pierwszy polega na pomiarze mocy doprowadzonej i mocy użytecznej, drugi na pomiarze mocy doprowadzonej i mocy straconej w lampie.

Oba te sposoby napotykają jednak na szereg trudności.

W pierwszym sposobie trudność sprawia pomiar mocy użytecznej, gdyż chociaż ona określa się wyrażeniem

$$I^2 R,$$

a pomiar I nie nastęca trudności, to jednak wielkość oporu R dla wielkich częstotliwości nie zawsze jest łatwa do wyznaczenia.

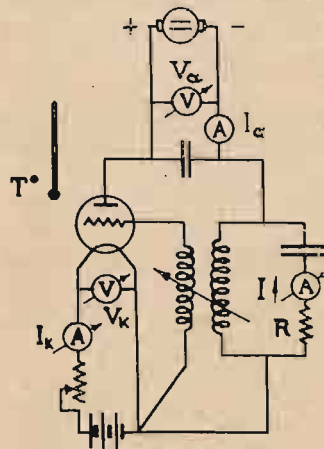
W drugim sposobie występują trudności przy pomiarze mocy straconej w lampie.

Jedynie pomiar mocy doprowadzonej do układu generatora daje się łatwo wykonać, bowiem moc ta wyraża się iloczynem napięcia anodowego stałego V_a przez składową stałą prądu anodowego I_a (rys. 1). Te dwie wielkości są dostarczane przez źródło napięcia anodowego stałego i dają się mierzyć przy pomocy przyrządów mierniczych prądu stałego (z ruchomą cewką).

Co się tyczy określenia mocy straconej w lampie — istnieje dla tego celu kilka metod. Np. Preuner i Pungs¹⁾ stosują w tym celu kalorymetr, w którym umieszczają lampę generatorową.

Bez wątpliwości jest to metoda dokładna, jednak oczywiście skomplikowana i prawie że niedostępna

poza obrębem laboratorium. Tembardziej, iż często kroczyć zachodzi konieczność wykonywania pomiarów na gotowych radjostacjach, gdzie umieszczenie lampy w kalorymetrze — przy zachowaniu niezmiennych warunków pracy — jest prawie że wykluczone.



Rys. 1.

niem, temperatura blachy anody ustali się i wyniesie np. T_a^0 . Jeśli temperatura ta jest dostatecznie wielka, blacha anody będzie rozżarzona. Jouaust określa stan żarzenia anody przy pomocy pirometru optycznego Le Châtelier'a; działania jego polega na porównywaniu dwóch powierzchni, z których jedna jest oświetlona przez badane źródło promieniowania, druga przez lampę wzorcową.

Pomiar mocy W_a' wykonywa się w następujący sposób. Najpierw, podczas pracy generatora w warunkach normalnych (na daną antenę lub obwód równoważny), ustala się równowagę fotometryczną pirometru optycznego. Następnie wyłącza się obwód drgań i, zmieniając prąd anodowy dostarczany przez źródło napięcia stałego, doprowadza się blachy anody do poprzedniego stanu.

Moc doprowadzana w tym ostatnim wypadku całkowicie wydziela się na anodzie, więc, wobec równości stanów blachy anody w obu wypadkach, jest ona równa mocy W_a' .

W podobnej postaci metodę tę podali również Preuner i Pungs²⁾: Mianowicie porównują oni jasność żarzącej się anody z jasnością nitki żarówki węglowej.

Aczkolwiek sposoby optyczne są już znacznie dogodniejsze od kalorymetrycznych, pomimo iż są mniej dokładne, jednak jeszcze przedstawiają znaczne niedogodności. Po pierwsze, nie zawsze jest w rozporządzeniu pirometr optyczny, czy też fotometr.

¹⁾ L'Onde électrique, 1923 t. str. 331.

²⁾ l. c

Po drugie, pomiar jest bardzo utrudniony, gdyż przezskadza tu światło pochodzące z drucika katody, co szczególnie daje się odczuć przy stosowaniu żarówki dla porównywania. Wreszcie, po trzecie, metoda optyczna zupełnie nie daje się zastosować w wypadku, gdy praca lampy odbywa się przy niskiej temperaturze anody, co ma miejsce szczególnie dla lamp małej mocy.

Otóż z uwagi na to w laboratorium Prądów Szybkozmiennych Politechniki Warszawskiej została opracowana metoda termometryczna pomiaru mocy straconej w lampie; jest ona niejako metodą pośrednią pomiędzy kalorymetryczną, a fotometryczną.

Istota jej jest następująca.

Podczas pracy generatora, dookoła lampy katodowej wytwarza się pewien rozkład temperatur. Rozkład ten dla danej mocy wydzielającej się w lampie ustala się po upływie pewnego przeciągu czasu pracy generatora. Tego rodzaju stan odpowiada pewnemu prądowi ciepła, płynącemu z lampy do otoczenia.

Najwyższą temperaturę posiadają te części szklanej powłoki lampy, które znajdują się w pobliżu blachy anody; w miarę oddalania się od lampy temperatura obniża się, przechodząc stopniowo w temperaturę otoczenia.

Jeśli w niewielkiej odległości od ścianki bańki lampy, od strony blachy anody, umieścimy termometr (np. zwykły rtęciowy), to po ustaleniu się stanu cieplnego wskaże on pewną temperaturę. Jest to, jak wiadomo, jego własna temperatura, uzyskana dzięki promieniowaniu cieplnemu lampy oraz dzięki przewodnictwu konwekcyjnemu powietrza między lampą a termometrem. Wskazywana temperatura będzie pozostawać niezmienną, o ile moc wydzielana w lampie (a więc temperatura anody i katody) oraz temperatura otoczenia nie będą ulegać zmianie.

Ustalenie się temperatury termometru, odpowiadającej danej stałej mocy wydzielającej się w lampie, następuje po upływie krótszego lub dłuższego przeciągu czasu, zależnie od pewnych warunków; mianowicie ustalenie się temperatury jest tem szybsze, im bliżej bańki lampy znajduje się termometr i im dalej od bańki znajdują się przedmioty otoczenia. Wskazywana bowiem temperatura uwarunkowana jest przez temperaturę lampy oraz przez temperaturę bliskich przedmiotów otoczenia.

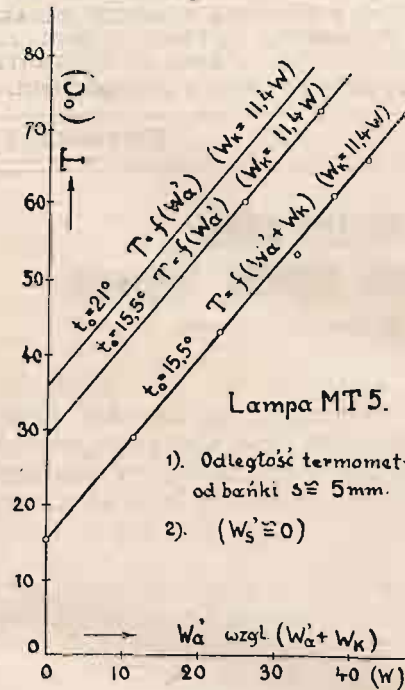
Jeśli jednakże odległość termometru od lampy jest niewielka wobec odległości od przedmiotów otoczenia (np. w stosunku 1 cm. do 10 cm), wówczas ustalenie się temperatury termometru następuje prawie równocześnie z ustaleniem się temperatury lampy.

Gdy skutek zwiększenia mocy wydzielanej w lampie temperatura jej wzrośnie, pociągnie to za sobą wzrost temperatury termometru. I przeciwnie, zmniejszenie się mocy wydzielanej w lampie spowoduje obniżenie się temperatury termometru.

W tych warunkach, przy danym ustawieniu termometru, każdej wartości mocy elektrycznej, traconej w lampie W' , odpowiada jednoznaczna wartość temperatury przez niego wskazywanej. Ta okoliczność pozwala przecechować termometr na skalę „watów wydzielanych w lampie”. Przecechowanie to uskutecznia się oczywiście przy pomocy prądu stałego przy odłączonym obwodzie drgań, w taki

spół, by cała moc doprowadzana wydzielala się w lampie pod postacią ciepła.

Przy wykreślaniu krzywej cechowania można brać pod uwagę albo moc anodową W_a' , albo moc całkowitą $W' = W_a' + W_k + W_s'$, t. j.



Rys. 2.

Taka krzywa cechowania dla danego ustawienia termometru i danej temperatury otoczenia pozwala określić moc W_a' dla każdego warunków pracy generatora, a zatem umożliwia obliczenie sprawności η .

Jak pokazuje doświadczenie, krzywa cechowania $T = f(W_a')$ naogół nieznacznie odchyła się w swym przebiegu od linii prostej (rys. 2). Stromość jej jest tem większą, im bliżej blachy anody znajduje się termometr. Oczywiście, wszystkie krzywe cechowania dla różnych odległości termometru przechodzą, dla mocy wydzielanej w lampie $= 0$, przez punkt, odpowiadający temperaturze otoczenia.

Podobnie, wszystkie linie odpowiadające danej odległości termometru lecz dla różnych temperatur otoczenia (przy niewielkich odległościach termometru od lampy), przebiegają równolegle, jedynie przesunięte w kierunku osi temperatur. Ta okoliczność pozwala na wprowadzenie poprawki co do temperatury otoczenia, w razie, gdy cechowanie i dalsze pomiary odbywają się w różnym czasie.

Oczywiście, jeśli chodzi o określenie η dla pewnego tylko stanu pracy generatora, można się obejść bez zdejmnowania całej krzywej cechowania; wystarczy kilka jej punktów, a następnie łatwo interpolować lub nawet ekstrapolować, wobec prostoliniowego jej przebiegu.

Co się tyczy czasu, potrzebnego dla ustalenia się temperatury termometru, jest on zależny od odległości termometru od bańki lampy. Szybciej następuje ustalenie się przy małych odległościach od bańki (kilka milimetrów), jednak wówczas większa jest wrażliwość na wpływy poboczne, jak przewiew powietrza, wstrząśnienie (zmiana odległości), i t. p. przez co punkt ustalonej temperatury waha się nieco. Dla lamp małej mocy (10 ÷ 100 w mocy admisyj-

sumę mocy anodowej, mocy żarzenia i mocy wydzielającej się w siatce. Ta ostatnia, o ile mamy do rozporządzenia dostatecznie wysokie napięcie anodowe, lub też, gdy współczynnik amplifikacji lampy nie jest zbyt wielki, może być uczyniona podczas cechowania równą zeru, jeśli tylko będzie $V_s < 0$. W przeciwnym razie moc W_s' może być uwzględniona w przypuszczeniu, że spódziła ona wraz z mocą W_a' w podwyższeniu temperatury anody.

nej) najdogodniejszą odległością wydaje się 3-10 mm; otrzymuje się wówczas temperatury 40-100° C. Dla lamp większych odległość tę można zwiększyć.

W każdym razie najkorzystniej jest ustawiać termometr od strony blachy anody, w ten sposób, by najskuteczniej działało na niego jej promieniowanie, gdyż wówczas przyrosty temperatur, odpowiadające przyrostom mocy wydzielającej się w anodzie, będą największe.

Duża dokładność tej metody została stwierdzona licznymi pomiarami przez porównanie otrzymanych wyników innymi sposobami. Praktyczność jej jest oczywista, gdyż nie wymaga specjalnych przyrządów — poza termometrem i przyrządami mierniczymi prądu stałego — a więc pomiary mogą być wykonywane w każdych okolicznościach, w sposób szybki. Bowiem czas potrzebny do ustalenia się temperatur jest rzędu kilku, a najwyżej kilkunastu minut (gdy chodzi o dużą dokładność). Wogóle należy zaznaczyć, że dokładność dochodzi tu do 1-2%.

W zakończeniu wyrażam podziękowanie p. por. A. Krzyczkowskiemu za wydatną pomoc przy wykonywaniu pomiarów.

Zakład Badania Centr. Zakł. Wojsk Łączności.
—Laboratorium radjotechniczne Polit. Warsz.

Wiadomości techniczne.

Antena reflektorowa Marconi'ego w zastosowaniu do fal krótkich.

(Dokończenie).

Z powodu kierunkowego działania anteny reflektorowej Marconi'ego, sprawność stacji tego systemu jest bez porównania większa, niż jakiegokolwiek innej. Że tak jest istotnie, łatwo przekonywa nas następujące rozważanie.

Przypuśćmy, że udało się nam energję wypromieniowywaną na wszystkie strony przez pojedynczą pionową antenę skierować tak że poziomy jej zasięg będzie kolejno wynosił 180°, 90°, wreszcie 10°.

Otóż wtedy „gęstość” energii wydzielonej w przestrzeni odpowiednio wzrośnie dwa, cztery, względnie 36 razy.

A jeżeli wyobrazimy sobie na stacji odbiorczej, również antenę tego rodzaju, łatwo dojdziemy do wniosku, że prądy antenowe stacji odbiorczej będą $36 \times 36 = 1296$ razy większe, niż wtedy, gdyby tą samą energją pracowała stacja nadawcza o pojedynczej pionowej antenie.

Z tej to przyczyny sprawność urządzenia jest bardzo wielka, co wskazuje poniższa tabelka¹⁾.

Przybliżone
wzmocn. dźwię-
ków, uzyskane
z pomocą anteny
odbiorczej i
nadawczej tego
samego rodzaju

Rodzaj anteny

Pojedyncza pionowa antena o wysokości $\frac{1}{8}$ długości fali	1
Antena reflektorowa wysokości $\frac{1}{2}$ długości fali i szerokości 3 fal z reflektorem	350
Antena reflektorowa wysokości jednej fali i szerokości trzech fal z reflektorem	900
Antena reflektorowa wysokości 1 fali, szerokości 5 fal z reflektorem	2 500
Antena reflektorowa wysokości 1 fali, szerokości 12 fal z reflektorem	14 000

Z tego widać, że w wypadku odpowiednio obranej anteny można pracować mocą 14 000

razy mniejszą, niż byłoby to potrzebne, gdybyśmy używali zwykłych pojedynczych anten pionowych.

Również na uwagę zasługują następujące właściwości anteny.

1. Wydajność anteny t. j. stosunek energii straconej przez wypromieniowanie do energii straconej w oporze omowym nie zależy od jej wymiarów i jest dla tej samej częstotliwości jednakowa; może ona dojść nawet do 80%.

2. Dekrement naturalny anteny jest bardzo wielki i nie zmienia się jeśli stosunek indukcji do oporu anteny i jej przestrzenne wymiary są te same.

3. Najlepsze wyniki pod względem ekonomicznym uzyskuje się, jeżeli antena nadawcza i odbiorcza są sobie powierzchniowo równe. Więc np., jeśli powierzchnia anteny nadawczej lub odbiorczej, równa się 20-krotnemu kwadratowi długości fali, wzmocnienie wynosi 200; jeśli jednak zbudujemy antenę nadawczą i odbiorczą o połowę mniejszą, więc mające powierzchnię równą 10-krotnemu kwadratowi długości fali, to otrzymamy wzmocnienie znacznie większe, gdyż 10 000.

Obecnie stosowana antena reflektorowa ma odmienną postać, a mianowicie jest utworzona z całego szeregu drutów antenowych, umieszczonych w jednej płaszczyźnie; wysokość ich równa się zwykle długości fali, a ilość jest różna w zależności od tego, jaką moc i właściwości kierunkowe stacja ma posiadać. Im wybitniejsze właściwości kierunkowe są od anteny wymagane, tem większa powinna być jej szerokość, w każdym jednak razie większa od długości wypromieniowywanej fali.

Zasilanie drutów antenowych prądem szybkozmiennym jest tak urządzone, że we wszystkich drutach prądy są zgodne fazowo. Taka antena działa dwukierunkowo; można uczynić jej działanie jednokierunkowym w ten mianowicie sposób, że równoległe do anteny czynnej umieszcza się w odległości $\frac{1}{4}$ drugą podobną antenę odbijającą (reflektorową).

Prądy które w niej powstaną skutkiem indukcji są przesunięte o $\frac{1}{4}$ okresu względem prądów w antenie pracującej. Antena odbijająca promieniuje fale elektromagnetyczne, które po dojściu do anteny pracującej mają fazę zgodną z falami przez nią wypromieniowanymi, a tem samym jej działanie potęgują; fale idące w przeciwnym kierunku z powodu przesunięcia fazowego osłabiają się.

Ilość stacyj tego systemu pracujących na pewnym obszarze może być bardzo wielka gdyż:

a) możemy z powodu krótkości fal mieć do rozporządzenia o wiele większą ilość zakresów fal nie stykających się z sobą.

b) dzięki kierunkowemu ich działaniu można sieć radjokomunikacyjną znacznie zgęścić.

Oprócz tych zastosowań opisanego systemu należy jeszcze wymienić kierowanie statkami przy pomocy anteny reflektorowej obrotowej.

Przypuśćmy, że stacja wyposażona w taką antenę znajduje się w porcie i wysyła w równych odstępach periodycznych co kilkanaście sekund odmienny sygnał. Czas jaki upływa pomiędzy dwoma najbliższymi sygnałami jest tak obrany, że antena zdąży obrócić się o 6°.

Otóż statek orientując się sygnałami które odbierze, może znaleźć swe położenie na morzu i kierując się niemi przybić do portu pomimo mgły.

Próby czynione w roku 1920 z reflektorem obrotowym o rozpiętości 8 m i użyciu fali 4 metrowej z iskiernikiem w stacji nadawczej, wykazały możliwość kierowania statkiem z odległości 37 km. z dokładnością około 2 stopni.

¹⁾ The Marconi beam system, Pamphlet Nr. 231.

Wyniki jakie dotychczas uzyskano z próbami komunikacji falami krótkimi, umożliwia twierdzenie, że przyczynią się one do większej ekonomji w materiale i energii urządzeń radiokomunikacyjnych.

kpt. S. Noworolski.

Określenie ilości stopni zwojnicy samoindukcyjnej przy zastosowaniu warjometru. By osiągnąć ciągłą zmienność długości fali, stosuje się bardzo często, szczególnie w urządzeniach nadawczych, kombinację zwojnicy zmiennej skokami, z warjometrem. Przy projektowaniu takiego układu zachodzi pewnego rodzaju trudność w uprzednim określeniu ilości stopni zwojnicy n , gdy mamy dany zakres zmienności warjometru $L_v = L_{v \max} - L_{v \min}$. Pracę tę można uprościć i uniknąć przerwy w pokrywanych zakresach fal sposobem następującym:

Mamy dane: stałą pojemność C obwodu, zmienność warjometru $L_v = L_{v \max} - L_{v \min}$, oraz żądany zakres fal obwodu $\lambda_{\min}/\lambda_{\max}$.

By otrzymać falę λ_0 , zazwyczaj nie wystarcza najmniejsza indukcyjność warjometru $L_{v \min}$, lecz jeszcze pewna indukcyjność stała L_{\min} , czyli

$$\lambda_{\min} = \frac{2\pi}{100} \sqrt{C_{cm} (L_{v \min} + L_{\min}) \text{ cm}}$$

lub, gdy wprowadzimy $L_{v \min} + L_{\min} = L_0$

$$\lambda_{\min} = \frac{2\pi}{100} \sqrt{C \cdot L_0}$$

Fala najdłuższa

$$\lambda_{\max} = \frac{2\pi}{100} \sqrt{C (L_{\min} + L_v + L_{\max})}$$

gdzie L_{\max} jest całkowitą indukcyjnością zwojnicy.

By zakres fal podzielić na stopnie, ściśle się pokrywające, postępujemy w sposób następujący:

Stosunek fal na pierwszym stopniu

$$I. \frac{\lambda_1}{\lambda_{\min}} = \sqrt{\frac{C (L_0 + L_v)}{C L_0}} = \sqrt{1 + \frac{L_v}{L_0}}$$

na drugim stopniu

$$II. \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C (L_0 + 2 L_v)}{C (L_0 + L_v)}} = \sqrt{1 + \frac{L_v}{L_0 + L_v}}$$

Postępując w ten sposób do stopnia ostatniego, n -tego, otrzymamy:

$$n. \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\max-1}} = \sqrt{1 + \frac{L_v}{L_0 + (n-1) L_v}}$$

Z równania tego obliczymy ilość stopni zwojnicy n

$$n = \frac{1}{\left(\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}\right)^2 - 1} - \frac{L_0}{L_v} + 1$$

W ten sposób otrzymamy podział zwojnicy na stopnie dające ciągłość fal. Chcąc, by zakresy fal poszczególnych

stopni pokrywały się, obieramy ilość stopni o jeden lub dwa większe niż podaje obliczenie.

Indukcyjność stałą, przypadającą na każdy stopień, obliczamy według wzoru:

$$L^1 = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{n - 1}$$

By zbliżyć się do równego procentowo pokrywania się zakresów fal, wskazane jest dawać na stopniach najniższych skoki cokolwiek większe niż L_1 , na najwyższych natomiast odpowiednio n mniejsze.

Przykład. Zakres fal od 750 m, do 1800 m mamy pokryć przy pomocy stałej pojemności $C = 10\,000 \text{ cm}$ i warjometru o $L_{\min} = 4\,000 \text{ cm}$ i $L_{\max} = 20\,000 \text{ cm}$

Stąd

$$L_v = 20\,000 - 4\,000 \text{ cm}$$

Najkrótszą falę obieramy:

$$\lambda_{\min} = 730 \text{ m}$$

Odpowiadająca jej najniższa indukcyjność

$$L_0 = 13\,000 \text{ cm}$$

zaś najmniejsza indukcyjność zwojnicy stałej

$$L_{\min} = 13\,000 - 4\,000 = 9\,000 \text{ cm}$$

Najdłuższa fala obwodu

$$\lambda_{\max} = 1\,500 \text{ m}$$

a stąd całkowita indukcyjność zwojnicy stałej

$$L_{\max} = 60\,000 - 20\,000 = 40\,000 \text{ cm}$$

Najkrótsza fala na ostatnim stopniu:

$$\lambda_{\max-1} = \frac{2\pi}{100} \sqrt{10\,000 (40\,000 - 16\,000)} = 1\,320 \text{ m}$$

Ilość stopni minimalna, na jaką należy podzielić zwojnicę:

$$n = \frac{1}{\left(\frac{1\,550}{1\,320}\right)^2 - 1} = \frac{13\,000}{16\,000} + 1 \cong 3$$

Wobec tego dzielimy zwojnicę na

$$n' = 4$$

stopnie. Wobec tego indukcyjność przypadająca na jeden stopień:

$$L_1 = \frac{40\,000 - 9\,000}{3} = 10\,330 \text{ cm}$$

Dla zbliżenia się do proporcjonalnego zachodzenia fal dajemy przedziały $L' = 11\,000$, $L'' = 10\,000$, $L''' = 10\,000$.

W ten sposób otrzymujemy następujący podział zakresów fal:

I.	$L_{I0} = 13\,000 \text{ cm}$	$\lambda = 730/1070 \text{ m}$
II.	$L_{II0} = 24\,000 \text{ cm}$	$\lambda = 975/1250 \text{ m}$
III.	$L_{III0} = 44\,000 \text{ cm}$	$\lambda = 1\,160/1400 \text{ m}$
IV.	$L_{IV0} = 44\,000 \text{ cm}$	$\lambda = 1\,320/1550 \text{ m}$

Zakresy fal, jak widzimy, pokrywają się w zupełności.
kpt. inż. K. Krulisz.